

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re U.S. Patent Application )

Applicant: Yoshihara et al. )

Serial No. )

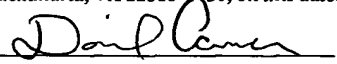
Filed: July 17, 2003 )

For: LIQUID CRYSTAL DISPLAY )  
DEVICE AND MANUFACTURING )  
METHOD OF LIQUID CRYSTAL )  
DISPLAY DEVICE )

Art Unit: )

*I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service as EXPRESS MAIL in an envelope addressed to: Mail Stop PATENT APPLICATION, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on this date.*

July 17, 2003  
Date

  
Express Mail No. EV032730394US

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicants claim foreign priority benefits under 35 U.S.C. § 119 on the basis of the foreign application identified below:

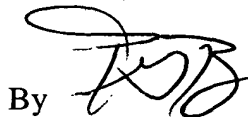
Japanese Patent Application No. 2002-255794, filed August 30, 2002

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By



Patrick G. Burns  
Registration No. 29,367

July 17, 2003  
300 South Wacker Drive  
Suite 2500  
Chicago, Illinois 60606  
Telephone: 312.360.0080  
Facsimile: 312.360.9315

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following  
application as filed with this Office.

Date of Application:	August 30, 2002
Application Number:	Patent Application No. 2002-255794
Assignee (s):	FUJITSU LIMITED

December 27, 2002  
Commissioner, Patent Office  
Shinichiro Ota

Patent Application 2002-255794

[Name of Document]	Patent Application	
[Reference Number]	0295274	
[Date of Filing]	August 30, 2002	
[Destination]	Commissioner, Patent Office	
[International Patent Classification]	G02F 1/141	
[Title of Invention]	LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND MANUFACTURING METHOD OF LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE	
[Number of Claimed Inventions]	10	
[Inventor]		
[Address]	c/o FUJITSU LIMITED, 1-1, Kamikodanaka 4-chome, Nakahara-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa	
[Name]	Toshiaki YOSHIHARA	
[Inventor]		
[Address]	c/o FUJITSU LIMITED, 1-1, Kamikodanaka 4-chome, Nakahara-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa	
[Name]	Tetsuya MAKINO	
[Inventor]		
[Address]	c/o FUJITSU LIMITED, 1-1, Kamikodanaka 4-chome, Nakahara-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa	
[Name]	Keiichi BETSUI	
[Assignee]		
[Identification Number]	000005223	
[Name]	FUJITSU LIMITED	
[Attorney]		
[Identification Number]	100078868	
[Patent Attorney]		
[Name]	Takao KOHNO	
[Telephone Number]	06-6944-4141	
[Indication of Official Fee]		
[Register Number]	001889	
[Amount]	¥21,000	
[List of Annexes]		
[Name of Article]	Specification	1
[Name of Article]	Drawings	1
[Name of Article]	Abstract	1
[Number of General Authorization]	9705356	
[Proof]	Needed	

1100.68143  
312,360,0080

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-255794

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-255794 ]

出 願 人

Applicant(s):

富士通株式会社

2002年12月27日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3102427

【書類名】 特許願

【整理番号】 0295274

【提出日】 平成14年 8月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/141

【発明の名称】 液晶表示装置及び液晶表示装置の製造方法

【請求項の数】 10

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 吉原 敏明

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 牧野 哲也

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 別井 圭一

【特許出願人】

    【識別番号】 000005223

    【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100078868

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 河野 登夫

    【電話番号】 06-6944-4141

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 001889

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705356

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶表示装置及び液晶表示装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 自発分極を有する液晶を挟持する 2 枚の基板と、前記液晶に電圧を印加する電極とを備えており、前記液晶の液晶分子ダイレクタの平均分子軸は、電圧無印加のときには同方向に揃って存在する単安定化状態を示し、第 1 極性電圧を印加したときには該第 1 極性電圧の大きさに応じた角度で前記単安定化状態の位置から一方の側にチルトし、第 1 極性電圧とは逆の第 2 極性電圧を印加したときには前記単安定化状態の位置を維持するか、又は単安定化状態の位置から前記一方の側と逆の他方の側にチルトする液晶表示装置において、前記液晶の相系列におけるコレステリック相、又はカイラルネマチック相の温度範囲は 3℃以上の温度幅を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 前記コレステリック相、又はカイラルネマチック相の温度範囲は 5℃以上の温度幅を有することを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記コレステリック相、又はカイラルネマチック相の温度範囲は 10℃以上の温度幅を有することを特徴とする請求項 2 記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記自発分極を有する液晶は強誘電性液晶であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の液晶表示装置を製造する液晶表示装置の製造方法において、前記液晶を単安定化状態とするための液晶昇温後の配向処理時に冷却速度は 3℃/分以下とすることを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の液晶表示装置を製造する液晶表示装置の製造方法において、前記液晶を単安定化状態とするための液晶昇温後の配向処理時に前記電極間に 3V 以上の直流電圧を印加することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の液晶表示装置を製造する液晶表示装置の製造方法において、

前記液晶を単安定化状態とするための液晶昇温後の配向処理をする場合に、前記電極間へ直流電圧を印加するときの冷却速度を、直流電圧を印加しないときの冷却速度より遅くすることを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項 8】 請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の液晶表示装置を製造する液晶表示装置の製造方法において、

前記液晶を単安定化状態とするための液晶昇温後の配向処理をする場合に、前記コレステリック相、又はカイラルネマチック相の温度範囲において冷却速度を 0℃/分とすることを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項 9】 前記液晶を単安定化状態とするため、液晶を等方相まで昇温した後に冷却することを特徴とする請求項 5 乃至 8 のいずれかに記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 10】 請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の液晶表示装置において、前記電極にはフィールドシーケンシャルカラー方式による駆動電圧が印加される構成としてあることを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶表示装置及び液晶表示装置の製造方法、特に自発分極を有する液晶を用いた液晶表示装置及び液晶表示装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

情報化社会の進展に伴い小型の電子機器及び携帯型の電子機器が用いられるようになってきた。このような電子機器における表示部についても当然小型軽量化、低消費電力化が要求され、他のディスプレイ装置に比較して特性的に優れている液晶表示装置が広く採用されるようになってきた。

【0003】

液晶表示装置は、大きく透過型と反射型とに分類できるが、視認性の点からバックライトを使用した透過型の液晶表示装置がより広く採用されており、カラーフィルタを用いたカラー液晶表示装置が主流となっている。



## 【 0 0 0 4 】

カラー液晶表示装置としては、主に T F T（薄膜トランジスタ）等のスイッチング素子を用いた T N（ツイストネマチック）型が広く使用されている。T F T 駆動の T N 型カラー液晶表示装置は、表示品質は高いが、液晶パネルの透過率が 4 % 程度と低く、高い表示画面輝度を得るためには、高輝度のバックライトが必要になり、消費電力が大きくなる。また、カラーフィルタによるカラー表示であることから、1 画素を 3 個の副画素で構成する必要があり、高精細化が困難となり、表示色純度も十分ではない。このような問題への対策としてフィールドシーケンシャルカラー方式のカラー液晶表示装置が提案されている。

## 【 0 0 0 5 】

フィールドシーケンシャルカラー方式のカラー液晶表示装置は、カラーフィルタ方式のカラー液晶表示装置に比較して、副画素を必要としないことから、より精細度の高い表示を容易に実現できる。また、カラーフィルタを用いないので、光源の発光色をそのまま表示に利用でき、表示色純度も優れたものとなる。さらに光利用効率が高いことから、低消費電力であるという特徴も有している。しかし、フィールドシーケンシャルカラー方式のカラー液晶表示装置を実現するためには、液晶の高速応答性が不可欠である。

## 【 0 0 0 6 】

本願発明者らは、カラー液晶表示装置の高速応答化を目指し、従来に比較して 1 0 0 乃至 1 0 0 0 倍の高速応答を期待できる自発分極を有する液晶の T F T 等による駆動法等について研究している。自発分極を有する液晶、特に強誘電性液晶は、液晶分子長軸方向が電界の印加により変化する性質を有する。したがって、強誘電性液晶を用いた液晶パネルを偏光軸が直交した偏光板で挟み、液晶分子長軸方向の変化による複屈折を利用して、透過光強度を変化させて表示を行うことができる。

## 【 0 0 0 7 】

T F T 等による液晶の駆動は、双安定型、又は単安定型のいずれの強誘電性液晶を用いても可能であるが、電圧無印加時に液晶の液晶分子ダイレクタ（液晶分子の傾斜方位）の平均分子軸が同方向に揃って存在する単安定型の場合には、液

晶が一様に配向した状態を示す単安定化状態を得ることが特に重要である。

【0008】

図8は単安定型の強誘電性液晶のチルト状態を示す概念図である。同図(a)は液晶に印加する電界 $E = 0$ 、つまり電圧無印加の場合を、(b)は液晶に印加する電界 $E > 0$ 、つまり第1極性電圧を印加した場合を、(c)は液晶に印加する電界 $E < 0$ 、つまり第1極性電圧とは逆の第2極性電圧を印加した場合をそれぞれ示す。矢符 $R_{ub}$ は配向膜(不図示)のラビング方向を示し、矢符 $R_{ub}$ の方向に底面を有する円錐Cの稜線に沿う形態で液晶分子ダイレクタの平均分子軸LCMAは配向される。平均分子軸LCMAの一端は円錐Cの頂点C<sub>p</sub>に位置し、平均分子軸LCMA(の他端)は円錐Cの稜線に沿って回転する。つまり、平均分子軸LCMAは電圧無印加のときには同方向(例えば図上、円錐Cの底面外周の一点C<sub>a</sub>と頂点C<sub>p</sub>で定まる方向)に揃って存在する単安定化状態を示し、第1極性電圧を印加したときには該第1極性電圧の大きさに応じた角度で前記単安定化状態の位置から一方の側(例えば図上、円錐Cの底面外周の一点C<sub>b</sub>と頂点C<sub>p</sub>で定まる方向)にチルトし、第1極性電圧とは逆の第2極性電圧を印加したときには前記単安定化状態の位置を維持するか、又は単安定化状態の位置から前記一方の側と逆の他方の側(例えば図上、円錐Cの底面外周の一点C<sub>c</sub>と頂点C<sub>p</sub>で定まる方向)にチルトする。

【0009】

単安定型の強誘電性液晶は、空の液晶パネルに液晶を注入するだけでは、一般に、表示に利用するカイラルスメクチックC相において、液晶の一様な配向状態を得ることはできない。この理由は、カイラルスメクチックC相において、平均分子軸LCMAは方向が異なる二つの状態を取り得るからである。したがって、通常は、コレステリック相(又はカイラルネマチック相)からカイラルスメクチックC相への転移点を挟んで直流電圧を印加し、自発分極の向きを電界で揃え、平均分子軸LCMAの方向を揃えることにより、一様な配向状態を実現している。以下、単安定化状態を得るために、冷却工程において液晶に電界を印加することを配向処理という。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の配向処理においては直流電圧を印加しているにも拘わらず、液晶の様な配向状態を得られないという問題があった。これは、他にも液晶の配向状態を支配する要因があるためと考えられる。

【0011】

本発明は斯かる事情に鑑みなされたものであり、その目的とするところは、自発分極を有する単安定型の液晶、特に強誘電性液晶において、液晶の相系列におけるコレステリック相（又はカイラルネマチック相）の温度範囲を規定することにより、液晶の様な配向状態を有する液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0012】

また、本発明の他の目的は、自発分極を有する単安定型の液晶、特に強誘電性液晶の配向処理において、液晶の相系列におけるコレステリック相（又はカイラルネマチック相）の温度範囲、配向処理時の冷却速度、配向処理時の直流電圧の大きさに関してそれぞれの相互関係を規定することにより、液晶の様な配向状態を実現するための液晶表示装置の製造方法を提供することにある。

【0013】

また、本発明の他の目的は、液晶の様な配向状態を備えた液晶表示装置をフィールドシーケンシャルカラー方式により駆動して、より高品質の表示が可能な液晶表示装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

第1発明に係る液晶表示装置は、自発分極を有する液晶を挟持する2枚の基板と、前記液晶に電圧を印加する電極とを備えており、前記液晶の液晶分子ダイレクタの平均分子軸は、電圧無印加のときには同方向に揃って存在する単安定化状態を示し、第1極性電圧を印加したときには該第1極性電圧の大きさに応じた角度で前記単安定化状態の位置から一方の側にチルトし、第1極性電圧とは逆の第2極性電圧を印加したときには前記単安定化状態の位置を維持するか、又は単安定化状態の位置から前記一方の側と逆の他方の側にチルトする液晶表示装置にお

いて、前記液晶の相系列におけるコレステリック相、又はカイラルネマチック相の温度範囲は $3^{\circ}\text{C}$ 以上の温度幅を有することを特徴とする。

【0015】

第2発明、第3発明に係る液晶表示装置においては、前記コレステリック相、又はカイラルネマチック相の温度範囲はそれぞれ $5^{\circ}\text{C}$ 以上、 $10^{\circ}\text{C}$ 以上の温度幅を有することを特徴とする。

【0016】

第4発明に係る液晶表示装置は、第1発明乃至第3発明のいずれかにおいて、前記自発分極を有する液晶は強誘電性液晶であることを特徴とする。

【0017】

第5発明に係る液晶表示装置の製造方法は、第1発明乃至第4発明のいずれかの液晶表示装置を製造する方法において、前記液晶を単安定化状態とするための液晶昇温後の配向処理時に冷却速度は $3^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以下とすることを特徴とする。

【0018】

第6発明に係る液晶表示装置の製造方法は、第1発明乃至第4発明のいずれかの液晶表示装置を製造する方法において、前記液晶を単安定化状態とするための液晶昇温後の配向処理時に前記電極間に $3\text{V}$ 以上の直流電圧を印加することを特徴とする。

【0019】

第7発明に係る液晶表示装置の製造方法は、第1発明乃至第4発明のいずれかの液晶表示装置を製造する方法において、前記液晶を単安定化状態とするための液晶昇温後の配向処理をする場合に、前記電極間へ直流電圧を印加するときの冷却速度を、直流電圧を印加しないときの冷却速度より遅くすることを特徴とする。

【0020】

第8発明に係る液晶表示装置の製造方法は、第1発明乃至第4発明のいずれかの液晶表示装置を製造する方法において、前記液晶を単安定化状態とするための液晶昇温後の配向処理をする場合に、前記コレステリック相、又はカイラルネマチック相の温度範囲において冷却速度を $0^{\circ}\text{C}/\text{分}$ とすることを特徴とする。

## 【 0 0 2 1 】

第 9 発明に係る液晶表示装置の製造方法は、第 5 発明乃至第 8 発明のいずれかにおいて、前記液晶を単安定化状態とするため、液晶を等方相まで昇温した後に冷却することを特徴とする。

## 【 0 0 2 2 】

第 1 0 発明に係る液晶表示装置は、第 1 発明乃至第 4 発明のいずれかにおいて、前記電極にはフィールドシーケンシャルカラー方式による駆動電圧が印加される構成としてあることを特徴とする。

## 【 0 0 2 3 】

第 1 発明乃至第 4 発明においては、自発分極を有し、液晶分子ダイレクタの平均分子軸が、電圧を印加しないときには単安定化状態を示し、第 1 極性の電圧を印加したときには一方の側にチルトし、第 2 極性電圧を印加したときには単安定化状態の位置を維持するか、又は単安定化状態の位置から一方の側と逆の他方の側にチルトする液晶を用いた液晶表示装置において、液晶の相系列におけるコレステリック相、又はカイラルネマチック相の温度範囲に 3℃以上、好ましくは 5℃以上、より好ましくは 1 0℃以上の温度幅を持たせ、さらに好ましくは強誘電性液晶を用いることとしたので、配向処理において液晶の配向状態を一様にでき、より一様性の高い単安定化状態を得ることができ、表示品質の高い液晶表示装置を提供できる。

## 【 0 0 2 4 】

第 5 発明乃至第 8 発明においては、第 1 発明乃至第 4 発明に係る液晶表示装置を製造する方法において、液晶を単安定化状態に揃えるための配向処理に際して、冷却速度を 3℃／分以下とし、液晶に 3 V 以上の直流電圧を印加し、直流電圧を印加するときの冷却速度を直流電圧を印加しないときの冷却速度より遅くし、又は、コレステリック相（又はカイラルネマチック相）の温度範囲において冷却速度を 0℃／分とすることにより、安定した均一性の高い配向処理が可能となる。第 9 発明においては、第 5 発明乃至第 8 発明において、液晶を等方相まで昇温した後に冷却するので、コレステリック相（又はカイラルネマチック相）の状態から冷却を開始することができより安定した均一性の高い配向処理が可能となる

## 【 0 0 2 5 】

第 1 0 発明においては、第 1 発明乃至第 4 発明に係る液晶表示装置において、フィールドシーケンシャルカラー方式により駆動することとしたので、高精細、高速応答、高色純度のカラー表示が可能となる。

## 【 0 0 2 6 】

## 【発明の実施の形態】

以下本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて詳述する。

## &lt;液晶サンプルの特性&gt;

図 1 は実施の形態において用いた液晶サンプルの特性図表である。液晶のサンプル名に対応させてコレステリック相（又はカイラルネマチック相）の温度範囲（℃）、同じく温度範囲の温度幅（℃）、30℃における自発分極値（ $\text{nC}/\text{cm}^2$ ）を示す。サンプルの液晶はすべて自発分極を有する単安定型の強誘電性液晶であり、相系列は高温側から順次、等方相－コレステリック相（又はカイラルネマチック相）－カイラルスメクチック C 相を示す。サンプルの液晶はコレステリック相（又はカイラルネマチック相）の温度範囲の温度幅が、2℃（サンプル A）、3℃（サンプル B）、5℃（サンプル C）、7℃（サンプル D）、10℃（サンプル E）、18℃（サンプル F）、24℃（サンプル G）の 7 種類とした。コレステリック相の温度範囲は、サンプル A から G の順に、95～93、67～64、101～96、71～64、99～89、115～97、99～75℃である。また、自発分極値は 5～11（ $\text{nC}/\text{cm}^2$ ）の範囲の値を示した。なお、このような相系列及びコレステリック相（又はカイラルネマチック相。以下単にコレステリック相と記載する）の温度範囲の温度幅を備える液晶は、各種の液晶等を適宜ブレンドすることにより調整することができる。

## 【 0 0 2 7 】

## &lt;実施の形態 1&gt;

電極面積  $1\text{ cm}^2$  の透明電極を ITO（インジウムスズ酸化物）により形成したガラス基板を洗浄した後、透明電極が形成された側のガラス基板の表面にポリイミドを塗布し、200℃、1 時間の条件で焼成することにより、約 20 nm の

ポリイミド膜を成膜した。このポリイミド膜の表面をレーヨン製の布でラビングし、ラビング方向が平行（ラビング方向が相互に同方向）になるように2枚の透明電極付ガラス基板を対向させた。対向時のガラス基板相互間の間隔（ギャップ）を平均粒径 $1.6\text{ }\mu\text{m}$ のシリカ製のスペーサにより保持し、評価用の空セル（評価用空セル）を作成した。なお、ギャップは、実測で約 $1.7\sim 1.8\text{ }\mu\text{m}$ 程度であった。

## 【 0 0 2 8 】

図2は配向処理時の冷却速度と配向状態との相関を示す図表である。評価用空セルにそれぞれサンプルA～Gの液晶（液晶材料）を注入し7種類の評価用セルA～Gを作成し、それぞれについて配向処理後の配向状態を観察したものである。図表において、配向状態良とは、顕微鏡観察において液晶が一様な配向状態であることを確認できたことを示し、配向状態不良とは、顕微鏡観察において液晶が一様な配向状態であることを確認できなかったことを示す。

## 【 0 0 2 9 】

液晶の冷却工程は、液晶を一旦等方相になるまで昇温した後、冷却速度を4種類（1、3、5、 $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{分}$ ）に固定して室温（ $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）まで冷却する構成とした。配向処理は、液晶がコレステリック相からカイラルスメクチックC相へ相転移する転移温度 $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ の温度範囲において、配向処理の効果を得るの十分な大きさの電圧である直流電圧3Vを印加して施した。なお、この直流電圧3Vを電界強度に換算すると約 $1.7\sim 1.8\text{ V}/\mu\text{m}$ 程度である。電界強度により配向処理時の印加電圧を規定することも可能である。また、液晶を一旦等方相になるまで昇温した後の冷却工程において配向処理を施すことから、配向処理の効果の大きいコレステリック相を介しての冷却工程とすることができ、より確実に一様な配向処理を施すことができる。

## 【 0 0 3 0 】

コレステリック相温度幅が $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ の場合（評価用セルAの場合）には、いずれの冷却速度においても配向状態は不良であった。コレステリック相温度幅が $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ の場合（評価用セルBの場合）には、冷却速度 $3\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以下において配向状態は良であり、冷却速度5、 $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{分}$ において配向状態は不良であった。コレステリ

ック相温度幅が 5、7℃の場合（評価用セル C、D の場合）には、冷却速度 5℃／分以下において配向状態は良であり、冷却速度 10℃／分において配向状態は不良であった。コレステリック相温度幅が 10、18、24℃の場合（評価用セル E、F、G の場合）には、いずれの冷却速度においても配向状態は良であった。

## 【 0 0 3 1 】

顕微鏡による観察結果から、コレステリック相を示す温度幅を広くすることにより、冷却速度を速くした場合においても、一様な配向状態を実現できることがわかる。特に、コレステリック相を示す温度幅を 3℃以上とした場合には、冷却速度を 3℃／分としても一様な配向状態を実現できた。また、コレステリック相を示す温度幅を 5℃、10℃と広くすることにより、より速い冷却速度の場合（コレステリック相を示す温度幅 5℃の場合に 5℃／分、温度幅 10℃の場合に 10℃／分）においても、一様な配向状態を実現できることがわかる。つまり、配向処理における冷却速度を速くすることができ、配向処理に要する時間を短縮することができる。また、コレステリック相を示す温度幅を 5℃、10℃と広くすることにより、配向処理時における液晶基板の温度ムラに対しても広いマージンを確保でき、安定した配向状態を実現できる。

## 【 0 0 3 2 】

コレステリック相を示す温度幅が 2℃と狭い場合には、冷却速度を 1℃／分とさらに遅くしても一様な配向状態は得られなかった。この理由は、コレステリック相において平均分子軸 LCMA がラビング方向に揃うことができる状態になるが、コレステリック相の温度幅が狭いために平均分子軸 LCMA がラビング方向に十分に揃う前に電界が印加されることになるからである。つまり、平均分子軸 LCMA の方向が同方向に揃わず、一様な配向状態が得られないからである。

## 【 0 0 3 3 】

図 3 は図 2 における配向状態の顕微鏡写真である。同図（a）は配向状態良の場合を示し、（b）は配向状態不良の場合を示し、いずれも暗状態における観察結果である。すなわち、（a）においては、観察像の均一性が高く、略均一な黒地状態を示しているから、液晶が一様な配向状態となっていることは明らかであ



り、配向状態良の場合である。なお、散点上にかすかに見える白い微小な点はスペーサに起因する配向欠陥によるものである。また、(b)においては、観察像の均一性が低く、黒地に無数の白キズが存在し、平均分子軸 LCMA の異なる領域が混在している状態を示しているから、液晶が一様な配向状態となっていないことは明らかであり、配向状態不良の場合である。

## 【 0 0 3 4 】

以上より、コレステリック相を示す温度幅としては  $3^{\circ}\text{C}$  以上が望ましく、配向時間の短縮を考慮すれば温度幅  $5^{\circ}\text{C}$ 、さらには温度幅  $10^{\circ}\text{C}$  が望ましい。また、コレステリック相を示す温度幅が  $3^{\circ}\text{C}$  (及び  $3^{\circ}\text{C}$  以上) の場合には冷却速度としては  $3^{\circ}\text{C}/\text{分}$  以下であれば良好な配向状態が得られることが明らかであり、コレステリック相を示す温度幅が  $3^{\circ}\text{C}$  と比較的狭い場合においても、冷却速度を  $3^{\circ}\text{C}/\text{分}$  以下とすれば安定した配向処理が可能となる。さらに、液晶としては電界に対する応答性を考慮して強誘電性液晶とすることがより望ましい。

## 【 0 0 3 5 】

## &lt; 実施の形態 2 &gt;

実施の形態 2 においては、実施の形態 1 と同様な評価用空セルにサンプル F の液晶を注入して評価用セルを作成して配向処理を行った。液晶の冷却工程は、液晶を一旦等方相 ( $120^{\circ}\text{C}$ ) になるまで昇温した後、冷却速度を  $3^{\circ}\text{C}/\text{分}$  と固定して室温 ( $25^{\circ}\text{C}$ ) まで冷却する構成とした。配向処理は、液晶がコレステリック相からカイラルスメクチック C 相へ相転移する転移温度 ( $97^{\circ}\text{C}$ )  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  の温度範囲 ( $100 \sim 94^{\circ}\text{C}$ ) において、印加電圧である直流電圧の大きさを、1、2、3、5、10 V と変化させて液晶に印加して施した。

## 【 0 0 3 6 】

図 4 は配向処理時の印加電圧と配向状態との相関を示す図表である。配向処理時の印加電圧と配向状態の良、不良を配向処理後に顕微鏡で観察したものである。配向状態の良、不良の基準は実施の形態 1 の場合と同様である。印加電圧 1、2 V の場合には配向状態は不良であり、印加電圧 3、5、10 V の場合には配向状態は良であった。つまり、配向処理時の印加電圧としては 3 V 以上が望ましい。3 V 以上の電圧を印加することにより、液晶の電界応答を十分に確保すること

ができ、均一性の高い配向状態を得ることができる。印加電圧を電界強度に換算すれば、約  $1.7 \sim 1.8 \text{ V} / \mu\text{m}$  程度である。なお、印加電圧の上限は液晶の絶縁耐圧で決まるので、絶縁耐圧以上に大きくすることは不要である。

#### 【 0 0 3 7 】

図 5 は図 4 における配向状態不良時の配向状態の顕微鏡写真である。図 4 における印加電圧  $2 \text{ V}$  以下の場合の配向状態を示している。印加電圧が低く、十分な電界強度が得られないことから、配向処理時に液晶の十分な電界応答（自発分極の方向を電界により同方向に揃えること）ができず、平均分子軸 LCMA の方向が異なる 2 種類の領域に分割されることから、白と黒の斑状の模様として観察され、一様な配向状態となっていないことが明らかである。

#### 【 0 0 3 8 】

##### < 実施の形態 3 >

実施の形態 3 においては、実施の形態 1 と同様な評価用空セルにサンプル E の液晶を注入して評価用セルを作成して配向処理を行った。液晶の冷却工程は、液晶を一旦等方相 ( $100^\circ\text{C}$ ) になるまで昇温した後、冷却速度を  $5^\circ\text{C} / \text{分}$  として  $95^\circ\text{C}$  まで冷却し、次に冷却速度を  $1^\circ\text{C} / \text{分}$  として  $86^\circ\text{C}$  まで冷却し、さらに冷却速度を  $5^\circ\text{C} / \text{分}$  として室温 ( $25^\circ\text{C}$ ) まで冷却する構成とした。配向処理は、液晶がコレステリック相からカイラルスメクチック C 相へ相転移する転移温度 ( $89^\circ\text{C}$ )  $\pm 3^\circ\text{C}$  の温度範囲 ( $92 \sim 86^\circ\text{C}$ ) において、印加電圧である直流電圧  $3 \text{ V}$  を液晶に印加して施した。得られた配向状態は、一様な配向状態であり、 $100^\circ\text{C}$  から  $25^\circ\text{C}$  まで、冷却速度  $1^\circ\text{C} / \text{分}$  で徐冷した場合と同様な配向状態であった。配向処理として直流電圧を印加するときの冷却速度を、直流電圧を印加しないときの冷却速度より遅くすることにより、液晶の十分な電界応答が可能となり、配向処理を確実に行うと共に液晶の電界応答が不要な期間における冷却速度を速くできるので、冷却時間を短縮できる。実施の形態 3 においては、冷却速度を変更することにより、従来  $75$  分程度必要であった冷却時間を、 $23$  分程度の冷却時間にでき、冷却時間を大幅に短縮できた。

#### 【 0 0 3 9 】

##### < 実施の形態 4 >

実施の形態 4 においては、実施の形態 1 と同様な評価用空セルにサンプル D の液晶を注入して評価用セルを作成して配向処理を行った。冷却工程は、液晶を一旦等方相（80℃）になるまで昇温した後、冷却速度を 10℃/分として冷却し、コレステリック相を示す温度範囲（67℃）において冷却を 3 分間停止して全ての液晶をコレステリック相にした後、再び冷却速度を 10℃/分として室温（25℃）まで冷却する構成とした。冷却を停止した際の冷却速度は 0℃/分と表現できるが、実質的に停止状態が確保できる程度の数値であれば良く、例えば 0.5℃/分程度以下においても同様な効果が期待できるので、ここでの 0℃/分には 0.5℃/分程度以下の数値が含まれるものとして扱うことができる。配向処理は液晶がコレステリック相からカイラルスメクチック C 相へ相転移する転移温度（64℃）±3℃の温度範囲（67～61℃）において、印加電圧である直流電圧 3 V を液晶に印加して施した。

#### 【0040】

実施の形態 4 において得られた配向状態は、一様な配向状態であり、配向状態は良であった。実施の形態 1（図 2 参照）において、冷却速度を 10℃/分とした場合のサンプル D（図 2 においてコレステリック相温度幅 7℃のものが対応する）は、冷却速度が速いことから、一様な配向状態を得ることができず、配向状態が不良であった。これに対し、同一のサンプル（同一のコレステリック相温度幅）について同一の冷却速度による冷却工程とした場合においても、コレステリック相を示す温度範囲において冷却停止期間（冷却速度を 0℃/分とする期間）を設けることにより、全ての液晶を確実にコレステリック相にして配向処理を施すことができ配向状態を改善することができる。

#### 【0041】

#### <実施の形態 5>

実施の形態 1 の場合と電極パターン形状を異ならせた空パネルを実施の形態 1 の場合と同一の方法により作成した。なお、電極パターン形状の基本仕様は画素数 640×480、電極面積  $6 \times 10^{-5} \text{ cm}^2$ 、であり、パネルの大きさは対角 3.2 インチである。なお、各画素に対応させてスイッチング素子としての TFT を併せて形成した。空パネルにサンプル F の液晶を注入し、評価用パネル（

液晶表示装置）を作成した。液晶の冷却工程は、液晶を一旦等方相（120℃）になるまで昇温した後、冷却速度を3℃／分に固定して室温（25℃）まで冷却する構成とした。配向処理は、液晶がコレステリック相からカイラルスメクチックC相へ相転移する転移温度（97℃）±3℃の温度範囲（100～94℃）において、配向処理の効果を得るの十分な大きさの電圧である直流電圧3Vを印加して施した。得られた配向状態は、一様な配向状態であり、配向状態は良であった。評価用パネルをクロスニコル状態の2枚の偏光フィルムで挟み、電圧無印加時の平均分子軸LCMAと一方の偏光フィルムの偏光軸とを略一致させて暗状態となるようにした。

#### 【0042】

図6は実施の形態5に係る液晶表示装置の電圧－透過率特性を示すグラフである。横軸にTFIを介して印加する電圧（V）を、縦軸に透過率に対応する透過光強度（任意単位）を示し、第1極性電圧（正の電圧）を印加したときに、大きな透過率（透過光強度）となるようにして測定した。第2極性電圧（負の電圧）では、透過光強度は略0を示し、第1極性電圧10Vでは透過光強度は100を示し、鮮明な表示が可能な液晶表示装置が得られた。

#### 【0043】

#### <実施の形態6>

図7は実施の形態6に係る液晶表示装置の駆動シーケンスを示す概念図である。液晶表示パネルLCPにR（赤）、G（緑）、B（青）の時分割発光が可能なバックライトBLと組み合わせてフィールドシーケンシャルカラー方式による駆動ができる液晶表示装置を作成した。液晶表示パネルLCPは、実施の形態5における評価用パネルと同一である。バックライトBLは、周期T1ではR（赤）を、周期T2ではG（緑）を、周期T3ではB（青）をそれぞれ時分割して点灯する。周期T1、T2、T3に対応してサブフィールドSFR、SFG、SFBが構成され、サブフィールドSFRでは赤色画面を、サブフィールドSFGでは緑色画面を、サブフィールドSFBでは青色画面をそれぞれ表示し、1フィールド1Fで各色の画面を合成した合成画面（人間の視覚の残像効果により合成した画面として認識される）を表示してカラー表示を可能とする。周期T4、T5、

T 6 以降も同様に繰り返され、カラー表示を行うことができる。なお、周期 T 1、T 2、T 3 はそれぞれ約 1 8 0 分の 1 秒以下であり、1 フィールド 1 F は約 6 0 分の 1 秒以下である。

【 0 0 4 4 】

液晶表示パネル L C P への印加電圧は 0 ～ ± 7 V として、プラス極性の電圧でデータ書き込み走査を行い、マイナス極性でデータ書き込み走査時と実質的に同じ大きさの電圧でデータ消去走査を行った。フィールドシーケンシャルカラー方式による駆動電圧を印加する構成とした液晶表示装置により、高コントラスト比、高輝度、高色純度表示等、高品質の液晶表示装置を実現できた。なお、フィールドシーケンシャルカラー方式によらず、マイクロカラーフィルタを用いたカラー液晶表示装置への適用も可能であることは言うまでも無い。

【 0 0 4 5 】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明にあっては、自発分極を有する単安定型の液晶、特に強誘電性液晶において、液晶の相系列におけるコレステリック相（又はカイラルネマチック相）の温度範囲を 3 ℃ 以上とすることにより、液晶の一様な配向状態を有する液晶表示装置とすることができるので、表示品質の優れた液晶表示装置が得られる。

【 0 0 4 6 】

本発明にあっては、配向処理時の冷却速度、印加電圧、冷却シーケンス等の処理方法を特定することにより、確実な配向処理をすることができ、液晶の一様な配向状態を有する液晶表示装置の製造方法が得られる。

【 0 0 4 7 】

本発明にあっては、液晶の一様な配向状態を備えた液晶表示装置をフィールドシーケンシャルカラー方式により駆動するので、より高品位の表示が可能な液晶表示装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施の形態において用いた液晶サンプルの特性図表である。

【図 2】

配向処理時の冷却速度と配向状態との相関を示す図表である。

【図 3】

図 2 における配向状態の顕微鏡写真である。

【図 4】

配向処理時の印加電圧と配向状態との相関を示す図表である。

【図 5】

図 4 における配向状態不良時の配向状態の顕微鏡写真である。

【図 6】

実施の形態 5 に係る液晶表示装置の電圧－透過率特性を示すグラフである。

【図 7】

実施の形態 6 に係る液晶表示装置の駆動シーケンスを示す概念図である。

【図 8】

単安定型の強誘電性液晶のチルト状態を示す概念図である。

【符号の説明】

B L    バックライト

C    円錐

E    電界

L C M A    平均分子軸

L C P    液晶表示パネル

R u b    ラビング方向

R    赤

G    緑

B    青

【書類名】 図面

【図 1】

実施の形態において用いた液晶サンプルの特性図表

サンプル名	コレステリック相		自発分極値 (nC/cm <sup>2</sup> )
	温度範囲 (℃)	温度幅 (℃)	
A	95~93	2	5
B	67~64	3	7
C	101~96	5	10
D	71~64	7	6
E	99~89	10	7
F	115~97	18	11
G	99~75	24	8

【図 2】

配向処理時の冷却速度と配向状態との相関を示す図表

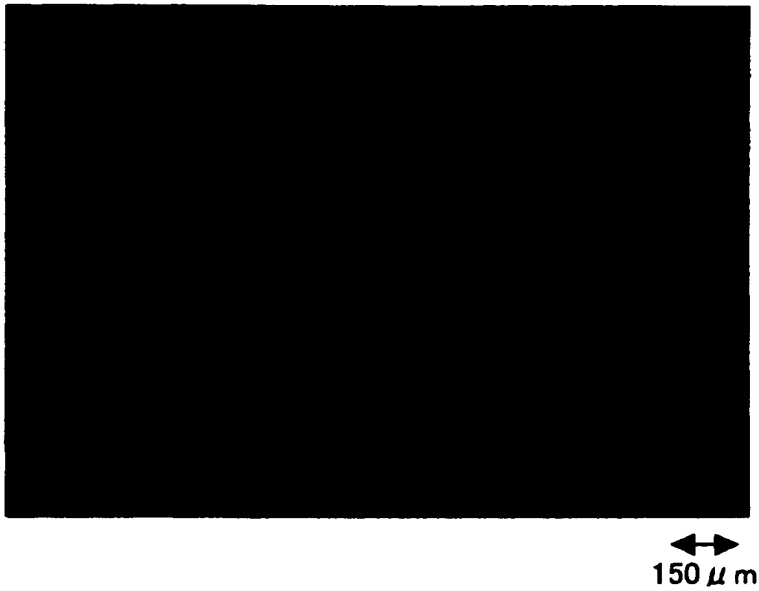
コレステリック相 温度幅 (℃)	冷却速度 (℃/分)			
	1	3	5	10
2	×	×	×	×
3	○	○	×	×
5	○	○	○	×
7	○	○	○	×
10	○	○	○	○
18	○	○	○	○
24	○	○	○	○

○：配向状態良    ×：配向状態不良

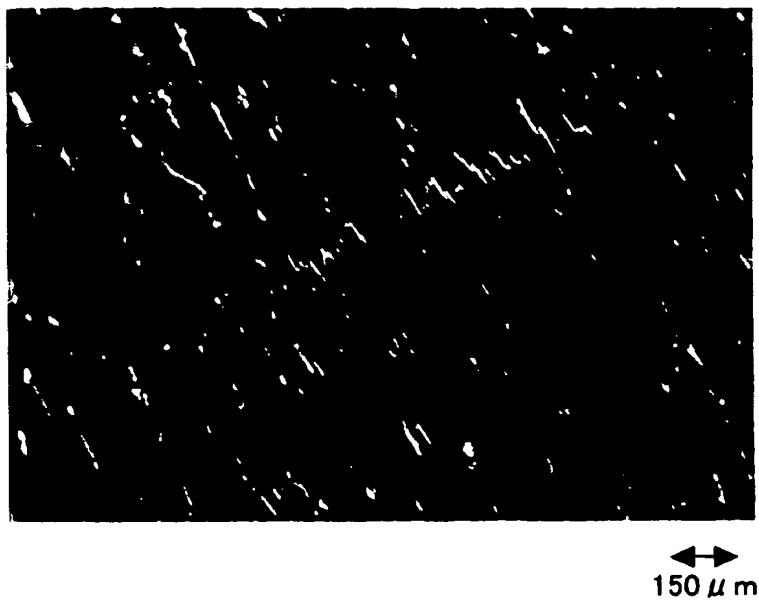
【図 3】

図 2 における配向状態の顕微鏡写真

(a) 配向状態良



(b) 配向状態不良





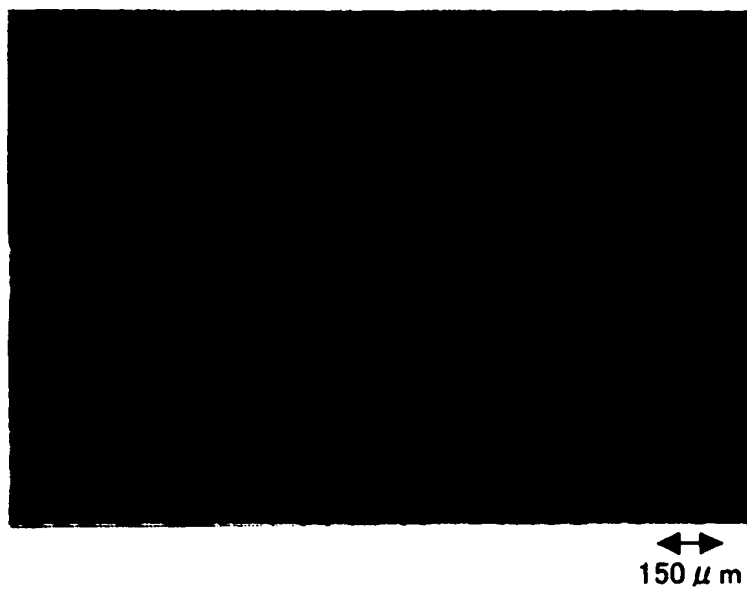
【図 4】

配向処理時の印加電圧と配向状態との相関を示す図表

印加電圧 (V)	配向状態 良・不良
1	不良
2	不良
3	良
5	良
10	良

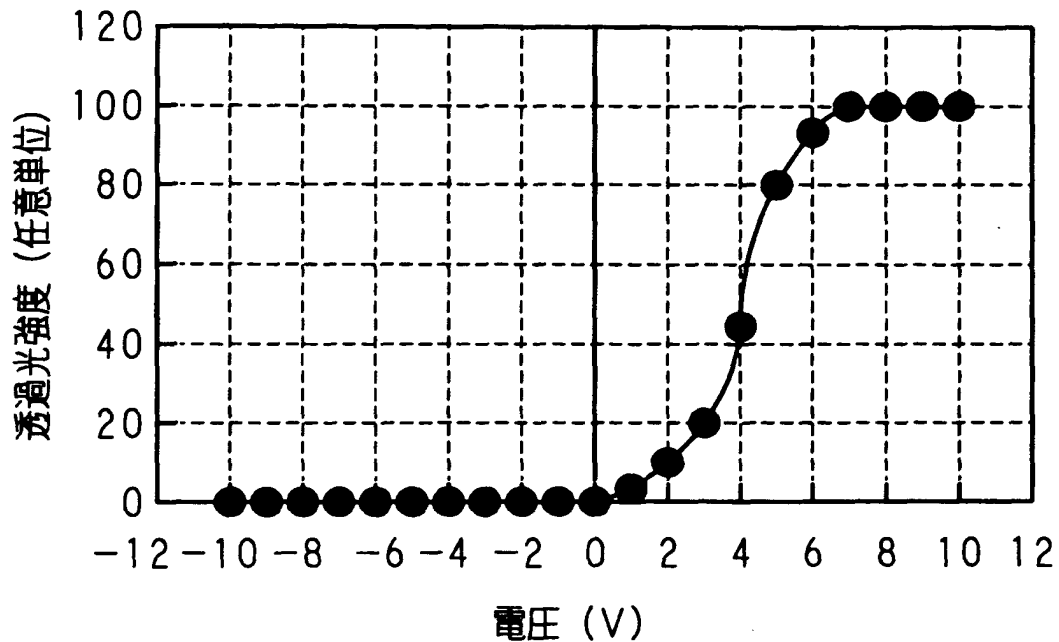
【図 5】

図 4 における配向状態不良時の配向状態の顕微鏡写真



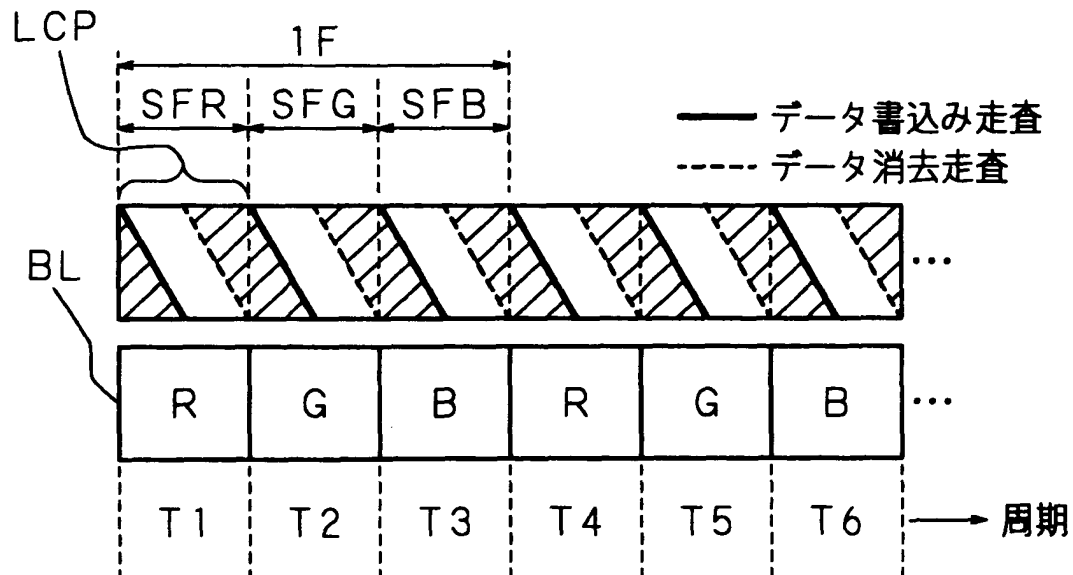
【図 6】

実施の形態 5 に係る液晶表示装置の電圧－透過率特性を示すグラフ



【図 7】

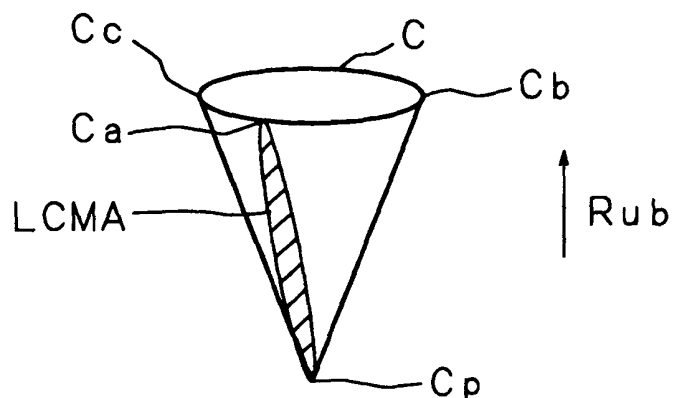
実施の形態 6 に係る液晶表示装置の駆動シーケンスを示す概念図



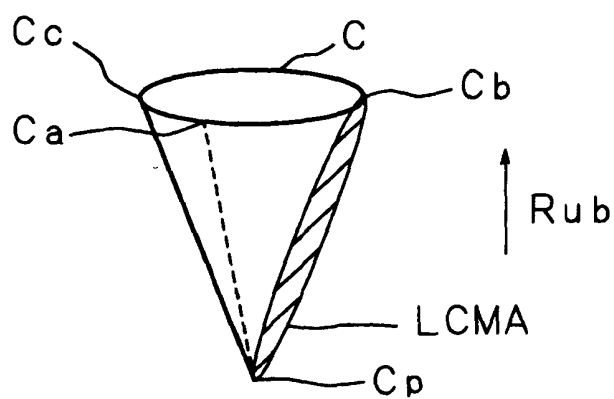
【図 8】

単安定型の強誘電性液晶のチルト状態を示す概念図

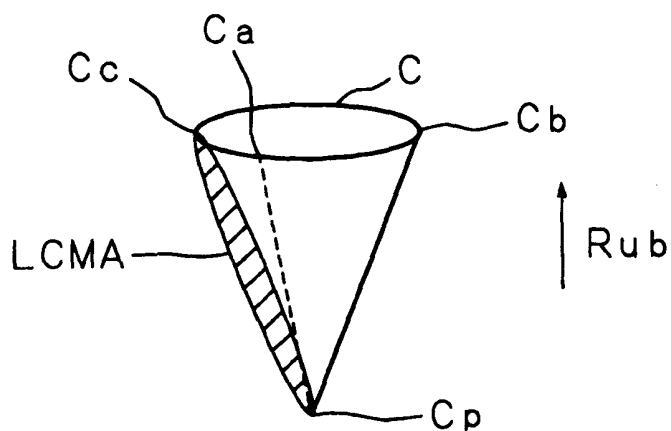
(a)  $E=0$



(b)  $E>0$



(c)  $E<0$



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 単安定型の強誘電性液晶の配向状態を一様にした液晶表示装置及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 液晶の相系列におけるコレステリック相、又はカイラルネマチック相の温度範囲は3℃以上の温度幅とし、液晶を一旦等方相になるまで昇温した後、冷却速度を3、5、10℃/分として室温（25℃）まで冷却する。配向処理は、液晶がコレステリック相からカイラルスメクチックC相へ相転移する転移温度±3℃の温度範囲において、配向処理の効果を得るの十分な大きさの電圧である直流電圧3V以上を印加して施す。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 2 2 3 ]

1. 変更年月日 1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名 富士通株式会社